TÍTULO

**TITÂNIO, TÂNTALO E NIÓBIO**

**INFORMAÇÕES BÁSICAS**

SIGLA DE REFERÊNCIA

**DIRIN**

**07/86**

DOCUMENTOS CORRELATOS

Mercado de titânio - informações preliminares - CMM-08/86
Metais Refratários - Em especial: Titânio, Tântalo e Nióbio (DIRIN-05/86)

LISTA DE DISTRIBUIÇÃO:

DIPRE (2)
DIRFI
DIRIN
DITEC
DICOM
DIRAD
ADAI
ARQUIVO/EDGARD (2)

OBJETIVO:

Informar e nivelar o conhecimento geral sobre os metais: Titânio, Tântalo e Nióbio.

RESUMO DE CONCLUSÕES:

O trabalho procura apresentar informações técnicas e comercias sobre os metais: Titânio, Tântalo e Nióbio.

NÚMERO DE CÓPIAS

10

AUTORES/REDATORES

EDGARD LUIZ DE GÓES MONTEIRO

APROVADO POR

[signature]

DATA DA EMISSÃO

12/12/86

DATA DA APROVAÇÃO

12/12/86

CLASSIFICAÇÃO

# ÍNDICE

**. Nióbio**

# TITÂNIO

## MINERALOGIA

Dentre todos os elementos químicos, o titânio ocupa o nono lugar em abundância na crosta terrestre, sendo suplantado apenas pelo oxigênio, silício, alumínio, ferro, cálcio, sódio, potássio e magnésio.

Vários são os minerais produtores de titânio, mas a ocorrência desses minerais em depósitos economicamente utilizáveis é diminuta.

Os minerais de interesse econômico são:

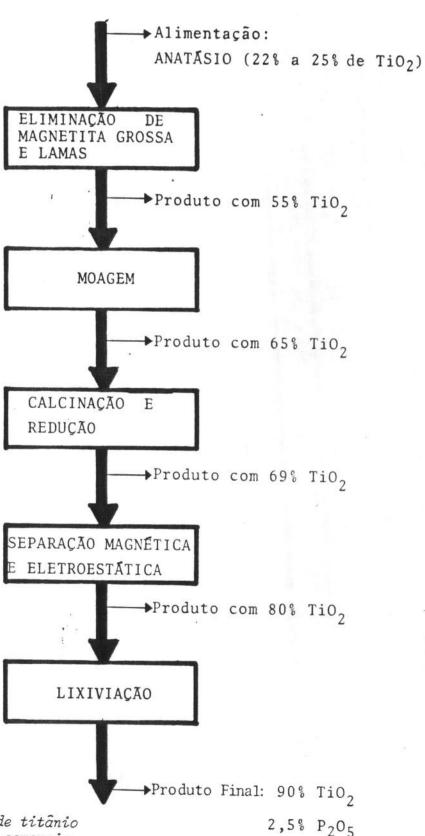
- anatásio, ilmenita, rutilo, leucoxênio e perovskita

Na tabela II são apresentados outros minerais portadores de titânio.

TABELA II - RELAÇÃO DOS MINERAIS PORTADORES DE TITÂNIO

| MINERAL | FÓRMULA | % $TiO_2$ | DENSIDADE |
|---|---|---|---|
| Anatásio | $TiO_2$ | 98,4 — 99,8 | 3,90 |
| Brookita | $TiO_2$ | 94,1 — 98,8 | 4,08 — 4,20 |
| Magnetita | $Fe_3O_4$ | Acima de 7,57 | - |
| Rutilo | $TiO_2$ | 89,5 — 99,0 | 4,21 — 4,25 |
| Ilmeno-Rutilo | $Fe_{2x}(Nb,Ta)_{2x}Ti_{1-3x}O_2$ | 41,2 — 54,6 | 4,64 — 5,59 |
| Tântalo-Rutilo | $Fe_{2x}(Nb,Ta)_{2x}Ti_{1-3x}O_2$ | 45,7 — 51,2 | 4,91 — 5,30 |
| Ulvospinel | $FeTiO_4$ | 21,4 | - |
| TITANATOS | | | |
| Geikielita | $MgTiO_3$ | 63,8 — 67,7 | 3,97 — 4,11 |
| Ilmenita | $FeTiO_3$ | 48,6 — 57,3 | 4,68 — 4,79 |
| Perovskita | $CaTiO_3$ | 56,8 — 58,8 | 3,98 — 4,04 |
| Cério-Perovskita | $(Ca,Ce)TiO_3$ | 47,6 — 56,4 | 4,21 — 4,88 |
| Nióbio-Perovskita | $(Ca,Nb)TiO_3$ | 38,7 — 50,9 | 4,13 — 4,26 |
| Pirofanita | $MnTiO_3$ 50 | 50,5 — 51,8 | 4,54 — 4,63 |
| TITANO-SILICA | | | |
| Esfênio (Titanita) | $CaTiSiO_5$ | 40,8 | 3,4 — 3,55 |
| SILICATOS | | | |
| Anfibólio | Complexa | Variável acima de 2 | - |
| Biotita | Complexa | Variável acima de 4,7 | - |
| Granada | $Ca_3(Fe,Ti)2[(Si,Ti)O_1]^3$ | Variável acima de 22,1 | - |
| Olivina | $(Mg,Fe)_2SiO_4$ | Variável acima de 6,1 | - |
| Pironênio | Complexa | Variável acima de 9,0 | - |

Fonte: A Materials Survey IC-7791

**FLUXOGRAMA: ENRIQUECIMENTO DO MINÉRIO**

*Observação: Preço do minério de titânio concentrado a ser comercializado pela CVRD US$ 230 a US$ 250 por tonelada.*

Fonte: CVRD-Revista vol. 7 nº 23

## PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO TITÂNIO

- Baixa densidade
- Elevado ponto de fusão
- Alta resistência mecânica
- Alta resistência à corrosão
- Alta resistência à temperatura (até 500ºC)
- Boa resistência balística
- Baixa expansão térmica e baixo módulo elástico ( ótimo para molas)
- Boa transferência de calor em aplicações corrosivas
- Características eletroquímicas e uma pequena "Meia Vida" radioativa (por isso indicado no processamento de urânio e no consumo do combustível urânio).

| | *ALUMÍNIO* | *TITÂNIO* | *AÇO* |
|---|---|---|---|
| *PESO ESPECÍFICO* | *2.700 kg/m³* | *4.520 Kg/m³* | *7.850 Kg/m³* |

## PRINCIPAIS APLICAÇÕES DO $TiO_2$

- Indústria de tintas (pigmento branco)
- Indústria de papéis (para dar cor, opacidade e melhor qualidade de impressão)
- Indústria de cerâmica (esmalte para porcelana)
- Indústria de plástico
- Indústria de borracha de pneus
- Indústria de tecidos.

## APLICAÇÕES DO TITÂNIO

Em sua forma metálica, o titânio tem futuro promissor nas indústrias:

. Aeronáutica

. Aeroespacial

. Automobilística (molas, molas de válvulas, válvulas de exaustão)

. Elétrica/Eletrônica (fluxo de soldas/dielétricos de capacitores)

. Vasos de pressão

. Trocadores de calor

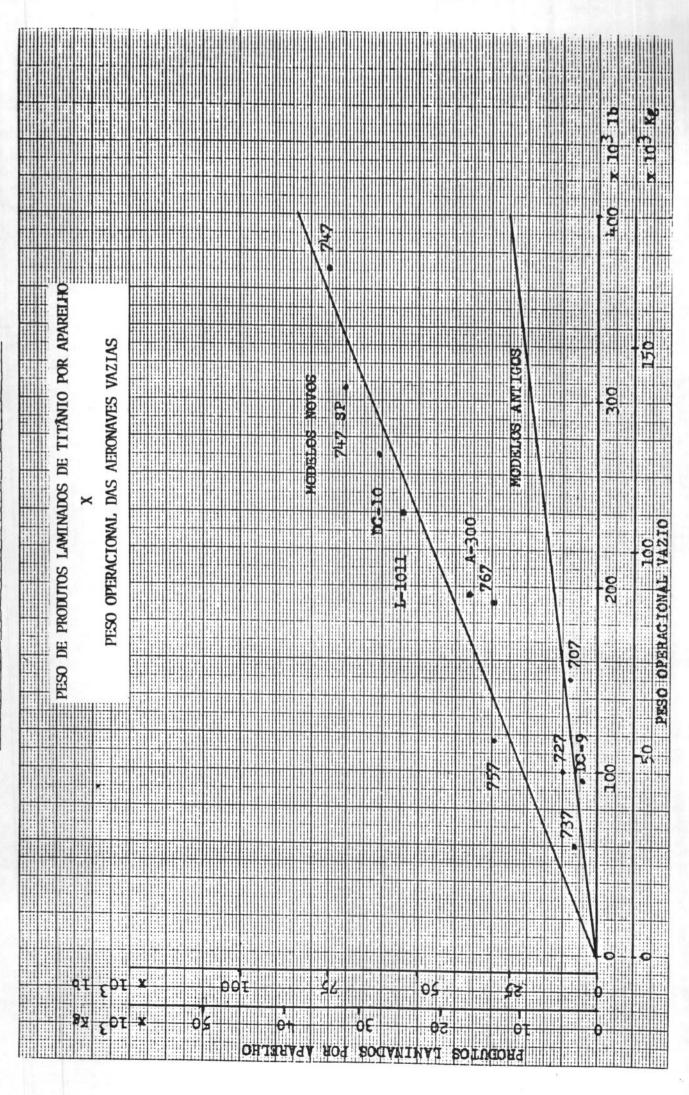
. Indústria petrolífera

. Naval: submarinos/navios de guerra

. Aplicações médicas

. Ferramentas especiais

. Transporte/acondicionamento de materiais corrosivos

USO TOTAL DE TITÂNIO EM AVIÕES COMERCIAIS

CONSUMO MUNDIAL DE TITÂNIO

| | 1980 | | 1984 | |
|---|---|---|---|---|
| DISCRIMINAÇÃO | TONELADA | % | TONELADA | % |
| EUA | 24.550 | 31 | 19.030 | 23 |
| JAPÃO | 15.800 | 20 | 14.070 | 17 |
| INGLATERRA | 1.500 | 2 | 2.000 | 3 |
| SUBTOTAL | 41.850 | 53 | 35.100 | 43 |
| URSS e CHINA | 37.500 | 47 | 46.550 | 57 |
| TOTAL | 79.350 | 100 | 81.650 | 100 |

## CONSUMO BRASILEIRO DE TITÂNIO

Unidade: tonelada

| | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FITAS, FILAMENTOS FOLHAS, HASTES,ETC. | 34,0 | 17,3 | 4,4 | 3,4 | 0,7 | 2,2 | - |
| TIRAS e CHAPAS | 9,0 | 22,3 | 12,2 | 8,1 | 6,5 | 23,6 | 0,6 |
| BARRAS | 6,8 | 6,3 | 8,8 | 4,7 | 5,9 | 9,1 | - |
| TUBOS e ACESSÓRIOS | 9,5 | 13,4 | 8,9 | 179,5 | 3,4 | 2,7 | 0,5 |
| FUNDIDOS/FORJADOS | 1,1 | 0,6 | 1,3 | - | 0,4 | - | - |
| QUALQUER OUTRA MANUFATURA | 1,0 | 9,7 | 0,5 | 0,7 | 3,8 | 1,5 | - |
| TOTAL | 61,4 | 69,6 | 36,1 | 196,4 | 20,7 | 39,1 | 1,1 |

Fonte: Cacex

(*) Jan./Mar./86

*Observações: 1) Não estão incluídos, nos números acima, as importações de sucata e de titânio bruto.*

*2) Idem para titânio em equipamentos.*

## TITÂNIO

### DISTRIBUIÇÃO DO MERCADO INDUSTRIAL (FREE WORLD)

| ITEM \ UNIDADE | TONELADA | % |
|---|---|---|
| TUBOS E CANOS | 4.550 | 47,6 |
| CHAPAS E TIRAS | 1.820 | 19,0 |
| PLACAS | 1.590 | 16,7 |
| BARRAS/TARUGOS | 1.130 | 11,9 |
| FIOS | 227 | 2,4 |
| FUNDIDOS | 227 | 2,4 |
| TOTAL | 9.550 | 100,0 |

*Observações: 1) Exclui a indústria aeroespacial*

*2) Base: 1983*

# TITÂNIO

## APLICAÇÕES INDUSTRIAIS (FREE WORLD)

| | TONELADA | % |
|---|---|---|
| CONDENSADORES/TROCADORES DE CALOR | 1.800 | 18,9 |
| INDÚSTRIA QUÍMICA (VASOS, TUBULAÇÕES) | 1.600 | 16,8 |
| ELETRODOS (ANODOS REVESTIDOS E CATODOS) | 900 | 9,4 |
| PAPEL E CELULOSE | 900 | 9,4 |
| DESSALINAÇÃO (DESTILADORES/COMPRESSÃO DE VAPOR) | 600 | 6,3 |
| TRATAMENTO DE METAIS (CESTAS DE ANODIZAÇÃO) | 480 | 5,0 |
| REFINO DE METAIS (CATODOS E ANODOS) | 480 | 5,0 |
| REFINARIA DE ÓLEO | 480 | 5,0 |
| MARINHA (CASCOS, SONAR, TUBULAÇÕES) | 480 | 5,0 |
| CONTROLE DE POLUIÇÃO | 480 | 5,0 |
| MISCELÂNIA | 1.350 | 14,2 |
| TOTAL | 9.550 | - |

*Observações: 1) Exclui a indústria aeroespacial*
*2) Base: 1983*

## APLICAÇÕES DIVERSAS

("MISCELÂNIAS")

(45.000 Kg ou mais)

- Próteses (implantes no corpo)
- Produção de óleo
- Plataformas offshore
- Componentes automotivos
- Tanques de caminhão e "containers"
- Reprocessamento e estocagem de combustível nuclear
- Equipamentos para processos farmacêuticos
- Equipamentos para processamento de alimentos
- Máquinas de escrever e de impressão
- Processamento de filmes
- Itens de consumo: joalheria, raquetes, etc..

## EUA - CAPACIDADE ANUAL DE LAMINADOS DE TITÂNIO

Unidade: toneladas/ano

| EMPRESAS | PRODUTOS | CAPACIDADE PRODUÇÃO |
|---|---|---|
| TIMET * | BILLET/BARRA/CHAPA/TIRA/TUBO | 9.530 |
| RMI | BILLET/BARRA/CHAPA/TIRA/TUBO | 5.900 |
| OREMET | BILLET/BARRA | 1.400 |
| MMA | BILLET/BARRA/EXTRUDADO/TUBO | 2.260 |
| CRUCIBLE | BILLET/BARRA/CHAPA/TIRA/PÓS | 1.400* |
| HOWMET | FUNDIDOS | 150 |
| LOWRENCE | TIRA | 700 |
| TELEDYNE ALLVAC | BILLET/BARRA | 1.150 |
| N.F. e M | BILLET/BARRA | 1.400 |
| LADISH | BILLET | 1.400 |
| W-G | BILLET | 1.150 |
| VIKING | BILLET | 1.150 |
| TELEDYNE WAH CHANG | TIRA | 200 |
| G.D. CARLSON | PLACA | 150 |
| TREND TUBE | TUBO | 400* |
| ITT HARPER | EXTRUDADOS | 90 |
| DYNAMET | BARRA/FIO | 450 |
| ASTROMET | FIO | 140 |
| PRECISION ROLLED PROD. | BARRA/PERFIS LAMINADOS | 200 |
| TI-TECH INTERNATIONAL | FUNDIDOS | 140* |
| PRECISION CAST PART | FUNDIDOS | 200* |
| TI-LINE | FUNDIDOS | 150* |
| WASHINGTON STEEL | FITA | 200* |
| ZIR-TECH | TUBO | 90* |
| TOTAL | | 30.000 |

*Estimado

# Titanium producers' directory

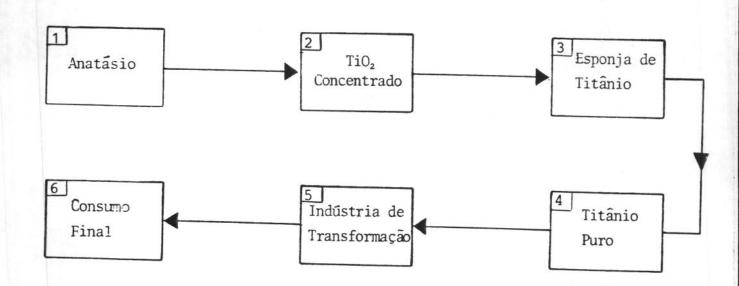
| Company | Sponge | Ingot | Secondary | Powder | Sheet | Plate | Bar | Tube & pipe Seamless | Tube & pipe Welded |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Albany Titanium Inc, USA | | | | ● | | | | | |
| ALS Metals Co, USA | | | | | ● | ● | | | ● |
| American Nickel Alloy Mfg Corp, USA | | ● | | | | | | | |
| Atomergic Chemetals Corp, USA | | | | ● | | | | | |
| Bentham International Ltd, UK | | | | | | | | | ● |
| Cameron Iron Works Ltd, UK | | | | | | | | ● | |
| G. O. Carlson Inc, USA | | | | | | ● | | | |
| Cezus — Cie Européene du Zirconium, France | | | | | ● | ● | ● | | |
| Chemalloy Co Inc, USA | | | | ● | | | | | |
| Contimet Titanium Div, Thyssen Edelstahlwereke AG, West Germany | | ● | | | ● | ● | ● | | |
| Deeside Titanium Ltd, UK | | | | | | | | | |
| Eldorado Resources Ltd, Canada | | ● | | | | | | | |
| EMG — Elettrochimica Marco Ginatta SpA, Italy | | | | ● | | | | | |
| Fine Tubes Ltd, UK | | | | | | | | ● | |
| Futura Metal Technology, USA | | ● | | | | | | | |
| Handy & Harman Tube Co, USA | | | | | | | | ● | |
| W. C. Heraeus GmbH, West Germany | | ● | | | | | | | |
| Howmet Turbine Components Corp, USA | | ● | | | | | ● | | |
| IMI Titanium Ltd, UK | | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● |
| International Light Metals Corp, USA | | ● | | | | | ● | | |
| International Titanium Inc, USA | | | | | | | | | |
| A. Johnson Metals Corp, USA | | ● | | | | | | | |
| Kanto Special Steel Works Ltd, Japan | | ● | | | | | | | |
| Kobe Steel Ltd, Japan | | ● | | | ● | ● | | ● | |
| Schmiedewerke Krupp-Klöckner GmbH, West Germany | | ● | | | ● | ● | ● | | |
| E & S Lohaus KG, West Germany | | ● | | | ● | | | | |
| M & A Powders Ltd, UK | | | | ● | | | | | |
| Micron Metals Inc, USA | | | | ● | | | | | |
| Mishra Datu Nigam Ltd, India | | | | | ● | | ● | | |
| Nikko Wolverine Inc, USA | | | | | | | | ● | |
| Nippon Mining Co Ltd, Japan | | | | | ● | ● | ● | ● | ● |
| Nippon Soda Co Ltd, Japan | | | | ● | | | | | |
| Nippon Stainless Steel Co Ltd, Japan | | | | | ● | ● | | | ● |
| Nippon Steel Corp, Japan | | | | | ● | ● | ● | ● | ● |
| Nuclear Metals Inc, USA | | | | ● | | | | | |
| Nu-Tech Precision Metals Inc, Canada | | | | | | | ● | ● | |
| Oremet Titanium, USA | | ● | | | | | | | |
| Osaka Titanium Co Ltd, Japan | | ● | | | | | ● | | |
| Precision Rolled Products Inc, USA | | | | | | | ● | | |
| RMI Co, USA | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | ● |
| Sandvik Special Metals Corp, USA | | | | | | | | ● | |
| Showa Titanium Co Ltd, Japan | ● | | | | | | | | |
| Southwestern Alloys Inc, USA | | ● | | | | | ● | | |
| SPMS, France | | | | ● | | | | | |
| Suisman & Blumenthal Inc, USA | | | ● | | | | | | |
| Sumikin Stainless Steel Tube Co Ltd, Japan | | | | | | | | | ● |
| Sumitomo Metals Industries Ltd, Japan | | | | | ● | ● | ● | ● | ● |
| Teledyne Allvac, USA | | ● | | | | | ● | ● | |
| Teledyne Rodney Metals, USA | | | | | ● | | | | |
| Teledyne Wah Chang Albany, USA | | ● | | ● | | | ● | ● | |
| Timet, USA | ● | ● | | | ● | ● | ● | | ● |
| Titanium Industries, USA | | | | | ● | ● | ● | ● | ● |
| Titanium Metal & Alloys Ltd, UK | | | | | ● | ● | ● | | |
| Toho Titanium Co Ltd, Japan | | ● | | | | | | | |
| Ulbrich Stainless Steel & Special Metals Corp, USA | | | | | ● | | | | |
| Ust-Kamenogorsk Light Metal Works, USSR | | ● | | | | | | | |
| UTI Corp, USA | | | | | | | | ● | |
| Vac Air Alloys Corp, USA | | | ● | | | | | | |
| Viking Metallurgical, USA | | ● | | | | | | | |
| Wyman-Gordon Co, USA | | ● | | | | | | | |

**FABRICAÇÃO DO TITÂNIO NO BRASIL (SITUAÇÃO ATUAL)**

O Brasil possui reservas conhecidas de anatásio, que ao nível atual de consumo de titânio, supre o mundo por quase 10 séculos. Por outro lado, prevê-se a exaustão das reservas comerciais australianas de rutilo nos próximos 10 a 15 anos, mas bem antes disso, as mesmas se tornarão anti-econômicas pelo elevado custo de extração, beneficiamento e concentração.

A CVRD, através do seu projeto de anatásio (TAPIRA/MG),sem dúvida alguma deterá nos próximos anos o controle do fornecimento da matéria-prima de titânio no mundo ocidental, produzindo $TiO_2$ (óxido de titânio) com concentração superior a 90%. Este fato é muito importante, porém, não deve ser motivo de orgulho para os brasileiros, pois isto representa na verdade uma exportação de matéria-prima a US$ 250 por tonelada, enquanto importa-se o titânio beneficiado (tubos, chapas, etc.) a um preço médio de US$ 40 por quilo, ou seja, 160 vezes mais caro. O problema se agrava ainda mais quando se sabe que a firma revendedora deste material no Brasil, o faz a US$211 por quilo!!! (veja página 38).

Como equacionar este problema e acabar com este abuso?

Para a produção dos produtos beneficiados de titânio a partir do anatásio segue-se este fluxograma simplificado:

(1) e (2) - O Brasil possui mais de 60% da reserva mundial de titânio (anatásio). A CVRD já está produzindo em escala piloto 15.000 toneladas/ano de $TiO_2$ concentrado e tem uma previsão de produzir, numa escala industrial, 300.000 toneladas/ano.

(3) - O Centro de Tecnologia Aeroespacial (CTA) detém a tecnologia nacional de obtenção da esponja de titânio a partir do $TiCl_4$ ( tetracloreto de titânio), através do processo cloreto (veja página 36). Não é do conhecimento público a existência de alguma empresa brasileira que pretenda produzir em escala industrial a esponja de titânio, e sabe-se que existe uma oferta mundial deste produto muito maior do que a demanda (veja páginas 26 e 37), com qualidade excelente e preço competitivo.

Este é atualmente o grande obstáculo para a produção industrial de titânio no Brasil, com qualidade e preço para competir no mercado internacional.

A produção de titânio puro no Brasil, através da importação de esponja de titânio, é tecnicamente possível, porém, torna-se impraticável sob o ângulo comercial, tendo em vista o elevado preço final a que chega o produto beneficiado. O mercado externo, que sem dúvida nenhuma deve ser o objetivo inicial das empresas brasileiras, exige preço baixo e alta qualidade.

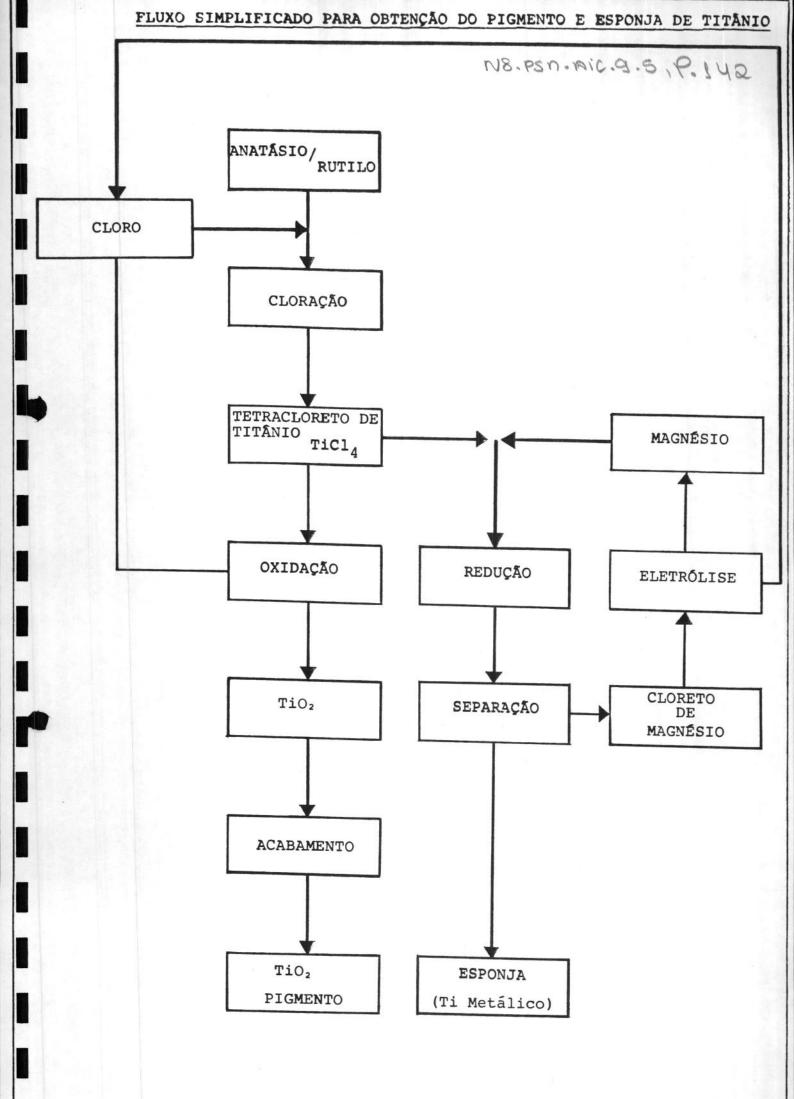
Podemos e devemos utilizar a opção de importar a esponja de titânio apenas na fase de desenvolvimento e aperfeiçoamento do processo tecnológico de produção do titânio nas indústrias nacionais. Entretanto é imprescindível, nesta fase de absorção tecnológica, o apoio financeiro do governo nos moldes do realizado em todos os países industrializados e em especial nos Estados Unidos da América (veja páginas 39 e 40).

④ - O processo purificação do Ti, via refino por "feixe eletrônico", foi desenvolvido pela FTI/DMAR,com absoluto êxito técnico com equipamentos de baixo custo.

⑤ - A ACESITA (Planos e Não-Planos) e a Eletrometal (Não-Planos) são empresas brasileiras que possuem o "hardware" e o "soft" necessários para beneficiar o titânio em suas diversas formas de aplicação.

Os principais equipamentos das linhas de produção da ACESITA são os usualmente utilizados no mundo para a laminação dos metais refratários,e em especial, do titânio. Dessa forma, a vocação natural da ACESITA, que já é produtora de aços especiais não-planos e planos, será a de produzir também estes metais especiais e suas ligas.

Naturalmente investimentos complementares serão necessários para adaptar a linha atual à produção destes novos materiais.

FLUXO SIMPLIFICADO PARA OBTENÇÃO DO PIGMENTO E ESPONJA DE TITÂNIO
ANATÁSIO/RUTILO
CLORO
CLORAÇÃO
TETRACLORETO DE TITÂNIO $TiCl_4$
MAGNÉSIO
OXIDAÇÃO
REDUÇÃO
ELETRÓLISE
$TiO_2$
SEPARAÇÃO
CLORETO DE MAGNÉSIO
ACABAMENTO
$TiO_2$ PIGMENTO
ESPONJA (Ti Metálico)

## CAPACIDADE MUNDIAL DE PRODUÇÃO DE ESPONJA DE TITÂNIO

Unidade: tonelada

| PAISES/FIRMAS | 1979 | 1980 | 1982 | 1982-1984 |
|---|---|---|---|---|
| ESTADOS UNIDOS | | | | |
| . Timet | 11.800 | 12.700 | 13.610 | 14.520 |
| . RMI | 6.800 | 8.600 | 8.620 | 8.620 |
| . Oremet | 2.250 | 2.720 | 1.360 | 1.360 |
| . Teledyne Wah Chang | - | - | - | 3.630 |
| . International Titanium | - | - | 3.630 | 3.630 |
| - SUBTOTAL | 20.850 | 24.850 | 27.220 | 31.760 |
| JAPÃO | | | | |
| . Osaka* | 9.620 | 11.970 | 13.150 | 18.140 |
| . Toho* | 6.620 | 9.100 | 11.970 | 14.500 |
| . Nippon Soda | - | 2.180 | 2.180 | 2.180 |
| . Ishizuka Research | - | - | - | 1.270 |
| - SUBTOTAL | 16.240 | 23.250 | 27.300 | 36.090 |
| EUROPA | | | | |
| . ICI | 2.270 | 1.815 | 1.360 | - |
| . Deeside Titanium | - | - | - | 5.000 |
| - SUBTOTAL | 2.270 | 1.815 | 1.360 | 5.000 |
| CHINA | 1.815 | 1.815 | 2.270 | 2.720 |
| UNIÃO SOVIÉTICA | 39.000 | 42.640 | 44.450 | 45.360 |
| TOTAL | 80.175 | 93.540 | 102.600 | 120.930 |

## ESTRUTURA DE PREÇOS DE CHAPAS DE TITÂNIO PURO

PREÇOS (US$/KG)-(TIMET→TIFAB)

| | ESPESSURA | TIPO | FOB FAIRFIELD (USA) TIMET | FOB NY | FOT (SP) | BRASIL (TIFAB) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CHAPAS | C-0,5mm (0,020") | GR-2 | 25,30 | 28,44 | 47,94 | 211,00 |
| | C-12,7mm (0,500") | GR-2 | 19,69 | 23,82 | 40,17 | 211,00 |
| | C-25,4mm (1,000") | GR-2 | 19,14 | 23,16 | 39,05 | 211,00 |
| | C-50,8mm (2,000") | GR-2 | 18,70 | 22,63 | 38,15 | 211,00 |
| TUBOS C/COS-TURA | *PW - 3/4" | GR-2 | 15,20 | 18,39 | 31,01 | 151,00 |

* Preços de tubos em metro linear

(USA) Esponja - 3,5 a 4 US$/libra peso = 7,71 a 8,81 US$/Kg

Ti Metálico - US$ 8 a 9/libra peso=17,62 a 19,72 US$/kg



28/08/86

## PARTICIPAÇÃO DO GOVERNO NORTE AMERICANO NO DESENVOLVIMENTO DO TITÂNIO

O governo americano contribuiu, de várias formas, para a promoção e desenvolvimento da tecnologia, capacidade de produção e o uso do titânio.

Em adição ao Bureau Of Mines (Departamento de Minas) a Força Aérea, a Marinha e o Exército tiveram programas próprios de pesquisa e desenvolvimento e, além disso, o governo investiu generosamente na indústria aeronáutica, instituições de pesquisa e em trabalhos semelhantes com outros metais.

Foram concedidos recursos maciços para enfrentar os sérios problemas de produção, desenvolvimento de ligas, fabricação e uso do titânio.

Maior assistência foi dada à produção de esponja de titânio que veio na forma de empréstimo do governo, contratos de compra de esponjas e programa de estoque rotativo de compra e venda das mesmas.

O programa iniciou-se em 1951 e acumulou, aproximadamente, 8.300 toneladas de esponja até 1956.

O comprometimento do governo, apenas para o programa da esponja de titânio até 1964, foi de US$ 225,070,000 dos quais 40% foi considerado não recuperável, entretanto, o seu custo total ainda foi muito maior.

Além disso, grandes somas de dinheiro foram investidas pelas companhias privadas na tecnologia, desenvolvimento de mercado e outras atividades.

Um outro exemplo da participação do governo, através do Departamento de Defesa, foi a criação do Laboratório de Metalurgia do Titânio (TML), na Battelle em 1985.

A função do TML foi coletar e disseminar informações sobre o titânio, realizar tarefas especiais recomendadas pelo "Steering Group" do Departamento de Defesa e suprir a indústria com serviços técnicos.

O TML foi substituído, em 1985, pelo "Defense Metals Information Center", que ampliou a cobertura (proteção) sobre outros metais.

Antes do TML, as informações disseminadas eram limitadas a poucas publicações, relatórios do governo e livros.

# TÂNTALO

## CARACTERÍSTICAS

Tem características singulares, ou seja, engloba um conjunto de propriedades (químicas, físicas, elétricas) que pertencem a metais diferentes tais como:

. Densidade elevada (2,1 x Fe)

. Alto ponto de fusão (3.000ºC)

. Alta pureza (= aço)

. Dútil e maleável (moldável como Ni e aço laminado)

. Alta resistência à corrosão (substitui o vidro porém sem a fragilidade)

. Bom condutor elétrico

. Emissor termoiônico

. Não provoca reação sobre células vivas.

## APLICAÇÕES DO TÂNTALO

É usado em equipamentos:

. Eletrônicos ( capacitores, condensadores)

. Nucleares (componentes de reatores)

. Químicos

. Mecânicos ( equipamentos de precisão e protéticos)

. Aeroespacial

MATÉRIAS-PRIMAS PARA OBTENÇÃO DO TÂNTALO

. Tantalita
. Columbita
. Djalmaíta
. Microlita

(Tantalita, Columbita, Djalmaíta, Microlita: mais predominantes no Brasil)

. Escórias de Estanho ( de fundição)

## RESERVAS DE TÂNTALO

| PAÍS | RESERVAS (TONELADAS) | |
|---|---|---|
| | MEDIDA | INDICADA |
| BRASIL | 363.870 | 440.351 |

Fonte: DNPM-DEM (1982)

*Observações:* *1) As reservas ainda não estão pesquisadas devidamente.*

*2) Os depósitos primários de minerais de tântalo estão condicionados a províncias pegmatíticas.*

*3) Ocorre, entretanto, associado à cassiterita, ilmenita, óxido de ferro, mica, quartzo, etc..*

## BRASIL

## PRODUÇÃO DE MINÉRIOS TANTALÍFEROS

| ANOS | TONELADA |
|---|---|
| 1979 | 374 |
| 1980 | 538 |
| 1981 | 320 |
| 1982 | 200 |
| 1983 | 334 |
| 1984 | não disponível |
| 1985 | 244 |
| 1986 | 310* |

*Previsão

*Observações:* *1) O Brasil é o maior produtor mundial superando a Austrália e a Tailândia.*

*2) Produção = minério concentrado (±26% de $Ta_2O_5$)+ minério extraído de escória.*

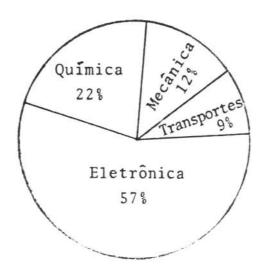
# PRINCIPAIS IMPORTADORES

A) Minério Tantalífero ——— EUA (70%), Holanda, Bélgica, Alemanha Ocidental.

B) Escória de Estanho ——— Alemanha Ocidental, EUA, Bélgica.

C) Produtos (bruto/trabalho)— ??? não produzimos.

**CONSUMO MUNDIAL**

TÂNTALO (SETORIAL)

Fonte: Tantalum Producers Intern. Study Center - 1982

| EUA | | EUROPA | | JAPÃO | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ta | $T_2O_5$ | Ta | $T_2O_5$ | Ta | $T_2O_5$ | Ta + $Ta_2O_5$ |
| 901<br>(409,54) | 1221<br>(555) | 354<br>(160,3) | 475<br>(215,9) | 152<br>(69,1) | 205<br>(93,13) | 3.307<br>(1.509,18) |

Fonte: Tantalum Producers Intern. Study Center - 1982

X 1.000 libras
X(1.000 Kg.)

**PREVISÃO DE CONSUMO MUNDIAL (ATÉ 1990)**

(Ta + $Ta_2O_5$)

| USA | EUROPA | JAPÃO | TOTAL |
|---|---|---|---|
| 3.000 | 500 | 1.500 | 4.500 |

X 1.000 Kg

## PRODUÇÃO DE TÂNTALO NO BRASIL

. Rio Grande do Norte .................... 46,0%

. Minas Gerais ........................... 25,0%

. Paraíba ................................ 14,2%

. Amapá .................................. 12,0%

. Outros .................................. 2,8%

## DETENTORES DA TECNOLOGIA DE TRANSFORMAÇÃO DO TITÂNIO

. EUA: Union Carbide - Molycorp - Fan Steel

. JAPÃO: Tokyo Benkai - Kobe Steel

. ALEMANHA FEDERAL: Gesselschaft

. BÉLGICA: Hodoken.

*Observação: A Tricontinental S.A (firma brasileira), em 1980, tentou e não conseguiu adquirir tecnologia e apoio para produzir, no Brasil, o tântalo beneficiado.*

# BRASIL

## EXPORTAÇÃO X IMPORTAÇÃO DE TÂNTALO (1985)

. EXPORTAÇÃO ——— 267.000 Kg de $Ta_2O_5$ concentrado ——— P.M. 63,00 US$/Kg (FOB Porto Origem)

. IMPORTAÇÃO ——— 2.000 Kg (Principalmente fios e filamentos) ——— P. M. 516,00 US$/Kg (FOB Porto Origem)

. *Observação: Em 1985 o Brasil foi o maior exportador mundial de tântalo, tendo em vista a queda de produção nos países tradicionalmente exportadores - Malásia e Tailândia.*

. PREÇO:

Tantalita (30% de $Ta_2O_5$)
(25% de $Nb_2O_5$)
(4,5% de $TiO_2$)
( 4% de $SnO_2$)

| | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1985 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| US$/Kg | 47,0 | 59,9 | 154,2 | 244 | 181,7 | 66,2 | 63,0 |

Fonte: Metal Bulletin - Londres

# NIÓBIO

## PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

. Ponto de fusão elevado ———————— 2.468 ºC

. Condutividade elétrica elevada

. Resistividade elétrica baixa —— 20ºC → $17 \times 10^{-6}$ OHM-CM
900ºC → $50 \times 10^{-6}$ OHM-CM

. Densidade ———————— 8,57 g/cm³

. Resistência à corrosão elevada

. Resistência mecânica alta

. Alto índice de refração } na forma de

. Baixa dispersão ótica } óxido

## PREÇO MÉDIO (REFERENCIAL)

. Ferro Nióbio (para aços) ———————— 9/10 US$/Kg

. Óxido de Nióbio ———————— 14 US$/Kg

. Superligas (NiNb) ———————— 32 US$/Kg

. Ligas de Nióbio (Nb 1% Zr) → para reatores nucleares) —— 140 US$/kg

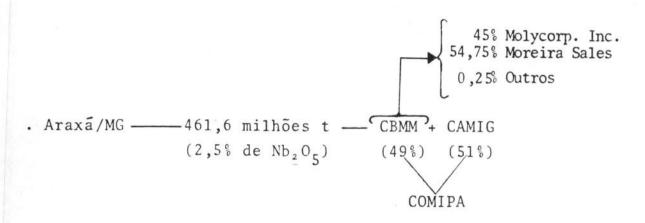
. Supercondutores (Nb 50% Ti) ———————— 140 US$/Kg

# RESERVA MINERAL DE NIÓBIO

OBTENÇÃO DO NIÓBIO:
- PIROCLORO
- COLUMBITA-TANTALITA

| $Nb_2O_5$ | |
|---|---|
| RESERVA MUNDIAL | RESERVA DO BRASIL |
| 31 milhões de toneladas | 30 milhões de toneladas |

97%

PRINCIPAIS RESERVAS DE NIÓBIO

. Ouvidor/GO — 18,0 milhões t — Mineração Catalão de Goiás (Anglo American Company)

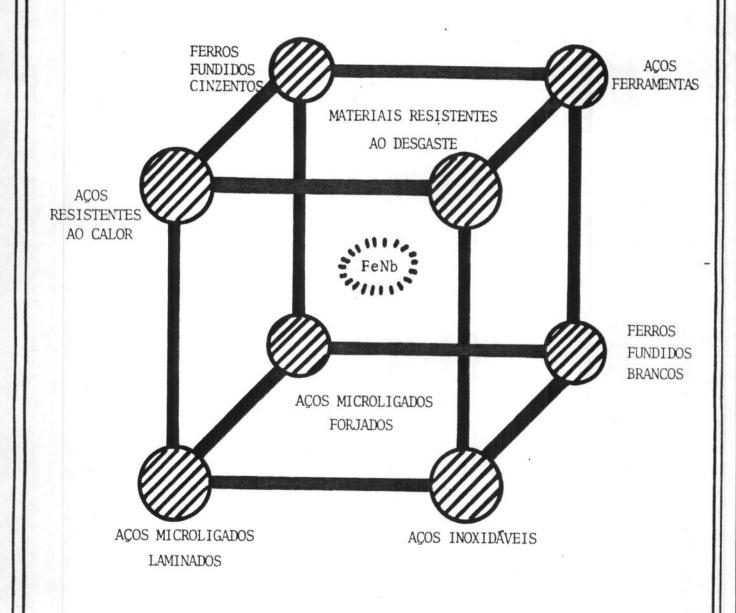
. Saint Honoré/Canadá — Niobec Company

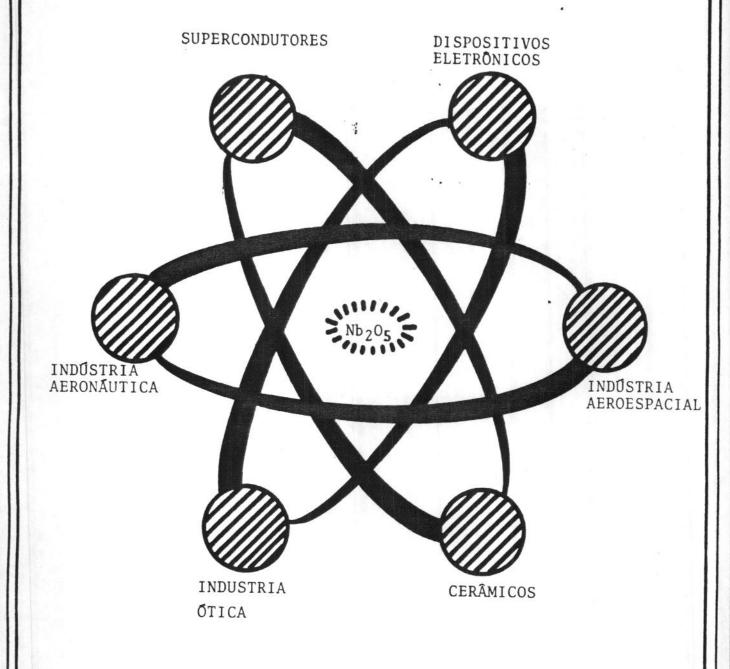
. Região dos 7 Lagos/AM — 81 milhões t — "Não Explorada"

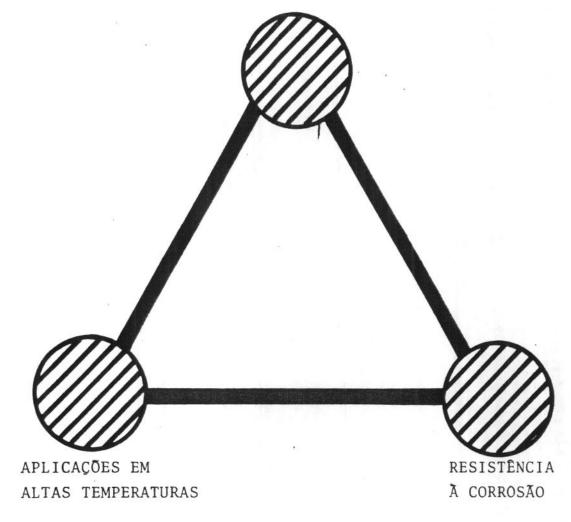
*NOTA: No nível de consumo atual do mundo, a reserva de "Araxá" supre as necessidades nos próximos "900 anos".*

## PRODUTOS DE NIÓBIO POR DESTINAÇÃO INDUSTRIAL

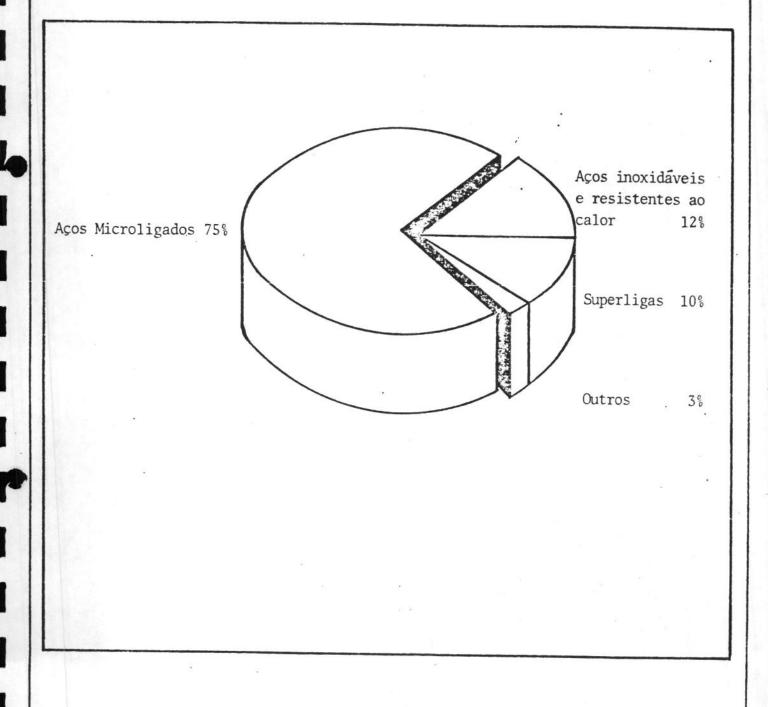
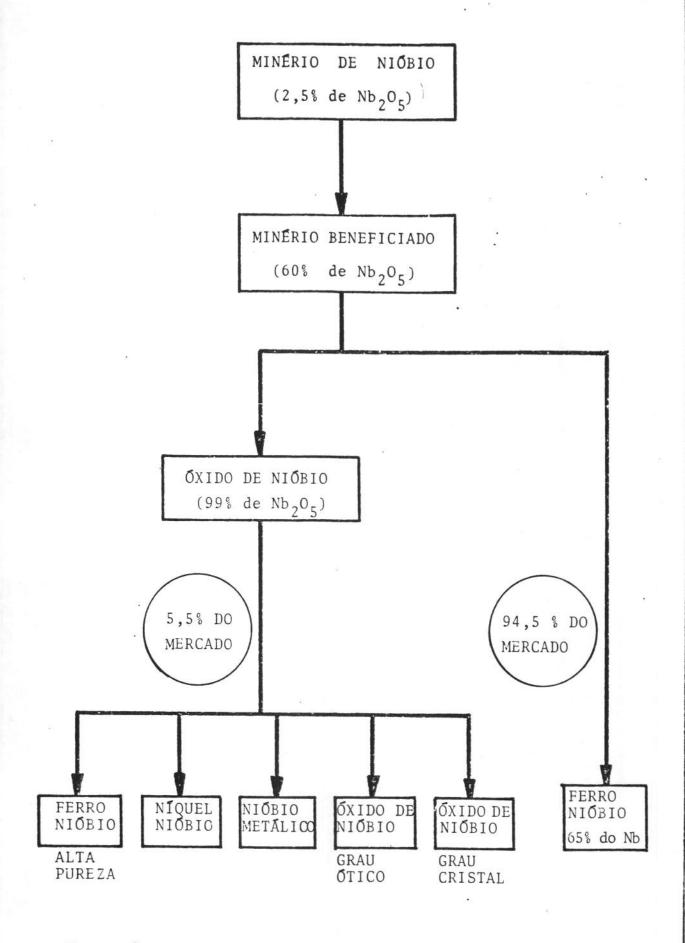
| | PRODUTOS | DESTINAÇÃO | PARTICIPAÇÃO NO MERCADO |
|---|---|---|---|
| | Ferro Nióbio | Produção de Aços | 87% |
| ÓXIDO DE NIÓBIO | Nióbio Metálico | Ligas de Nióbio | 3% |
| | Grau Metálico | Dispositivos Eletrônicos | |
| | Grau Ótico | Dispositivos Óticos | |
| | Ligas Metálicas Alta Pureza (NiNb e FeNb) | Superligas | 10% |

## APLICAÇÕES DO FERRO NIÓBIO

*87% DO MERCADO DO NIÓBIO*

APLICAÇÕES $Nb_2O_5$

*13% DO MERCADO DO NIÓBIO*

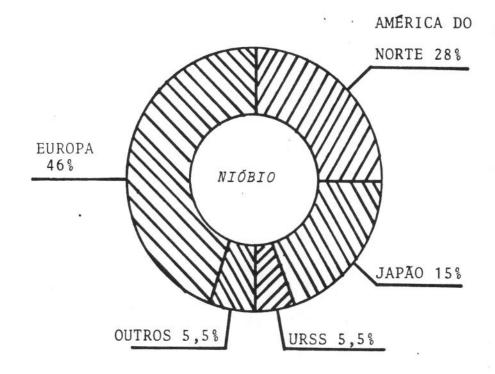
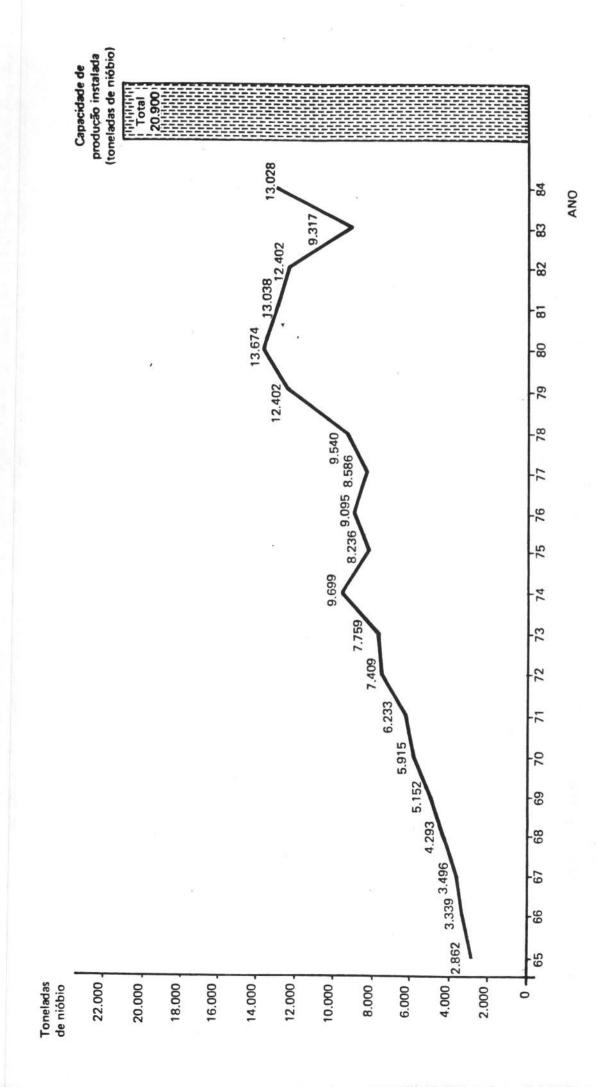
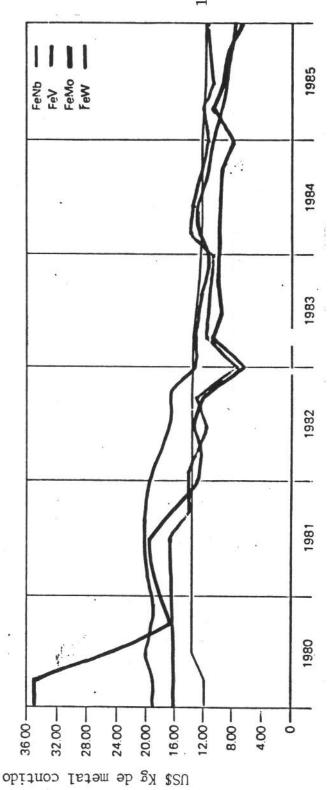
# APLICAÇÕES DO NIÓBIO METÁLICO

*APLICAÇÕES: Concentradas nos países detentores de "Tecnologia de Ponta".*

*EXEMPLOS:*
- *Reatores de Fusão Nuclear*
- *Aceleradores de Partículas*
- *Programas Aeroespaciais (ônibus espacial)*

# PERFIL DE CONSUMO DO NIÓBIO

## NIÓBIO (ÁRVORE DE PRODUTOS DA CBMM)

*Observação: O Nióbio Metálico é produzido através de acordo com FTI-CBMM*

MERCADO DOS PRODUTOS DA CBMM POR ÁREA GEOGRÁFICA

(MÉDIA DO PERÍODO 1981/1985)

DEMANDA MUNDIAL DE NIÓBIO

## VARIAÇÃO DE PREÇO DE FERRO LIGAS ESPECIAIS NO MERCADO EUROPEU-1980/1985

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1. Titanium Technology: Present Status and Future Trendes - publicação da "The Titanium Development. Association" (1985).
2. Offshore Use of Titanium: Benefites and possible Limitations - publicação do Institute for Energy Technology (1985)
3. Artigos das Revistas Metal Bulletin, Metalurgia da ABM, EEMJ, Metals and Materials, Mensagem Econômica, Iron Age, CVRD, etc..
4. Japan's Iron & Steel Industry - publicação da Mitsui & Co., Ltd - 1986.
5. Informações e dados fornecidos pela Fundação de Tecnologia Industrial/Divisão de Materiais Refratários (FTI/DMAR), pertencente a Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio.
6. Catálogos diversos da CBMM - Cia. Brasileira de Metalurgia e Mineração.
7. Mitsui Trade News (vários volumes)
8. Nippon Steel News (vários volumes)
9. Newsletter from Kawasaki Steel Corporation (vários volumes)
10. Sumitomo Metals News
11. Boletins e Folhetos da Timet - USA.